

# POWER-LINE CARRIER COMMUNICATION EQUIPMENT AND METHOD THEREFOR

Publication number: JP2002124895

Publication date: 2002-04-26

Inventor: HASHIZUME MASAKI; HATTORI TAKASHI; ITO YOSHIAKI; KOIZUMI YOSHIAKI

Applicant: MITSUBISHI ELECTRIC CORP

Classification:

- international: H04L27/18; H04B3/54; H04J1/00; H04L27/36; H04L27/38; H04L29/14; H04M9/00; H04L27/18; H04B3/54; H04J1/00; H04L27/34; H04L27/38; H04L29/14; H04M9/00; (IPC1-7): H04B3/54; H04J1/00; H04L27/18; H04L27/36; H04L27/38; H04L29/14; H04M9/00

- European:

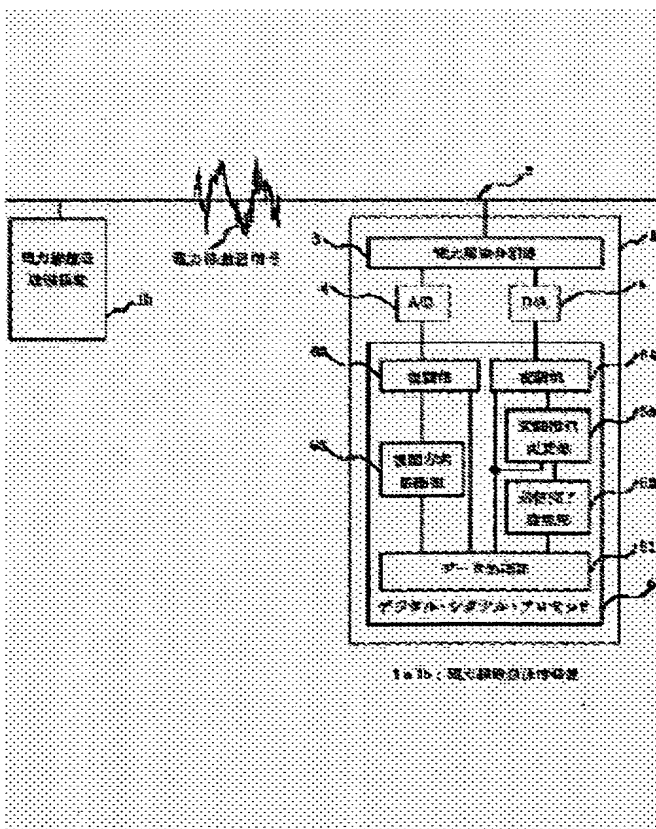
Application number: JP20000318035 20001018

Priority number(s): JP20000318035 20001018

Report a data error here

## Abstract of JP2002124895

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide power-line carrier communication equipment and a method capable of realizing high reliability and efficient communication resistant to the disturbance to a transmission path corresponding to the state of the transmission path, by modulating and transmitting data to be superimposed on a power line by assigning the data to a plurality of carriers on a frequency. **SOLUTION:** Normally, data are modulated by a DQPSK whose transmitting speed is fast so as to be transmitted. When any confirmation frame is not received in a fixed time, it is recognized that the transmission is not completed, and the modulation system is changed to a DBPSK whose resistance to a noise is strong so that the data can be always retransmitted by the DBPSK.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-124895

(43)Date of publication of application : 26.04.2002

(51)Int.Cl.

H04B 3/54  
H04J 1/00  
H04L 29/14  
H04L 27/36  
H04L 27/38  
H04L 27/18  
H04M 9/00

(21)Application number : 2000-318035

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 18.10.2000

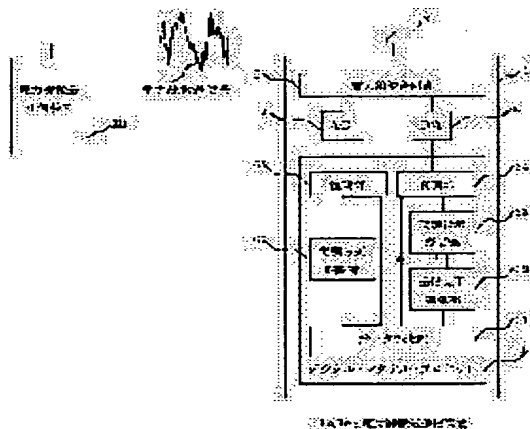
(72)Inventor : HASHIZUME MASAKI  
HATTORI TAKASHI  
ITO YOSHIAKI  
KOIZUMI YOSHIAKI

## (54) POWER-LINE CARRIER COMMUNICATION EQUIPMENT AND METHOD THEREFOR

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide power-line carrier communication equipment and a method capable of realizing high reliability and efficient communication resistant to the disturbance to a transmission path corresponding to the state of the transmission path, by modulating and transmitting data to be superimposed on a power line by assigning the data to a plurality of carriers on a frequency.

**SOLUTION:** Normally, data are modulated by a DQPSK whose transmitting speed is fast so as to be transmitted. When any confirmation frame is not received in a fixed time, it is recognized that the transmission is not completed, and the modulation system is changed to a DBPSK whose resistance to a noise is strong so that the data can be always retransmitted by the DBPSK.



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-124895

(P2002-124895A)

(43)公開日 平成14年4月26日(2002.4.26)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マ-ト*(参考)
H 0 4 B 3/54		H 0 4 B 3/54	5 K 0 0 4
H 0 4 J 1/00		H 0 4 J 1/00	5 K 0 2 2
H 0 4 L 29/14		H 0 4 L 27/18	A 5 K 0 3 5
27/36		H 0 4 M 9/00	C 5 K 0 3 8
27/38		H 0 4 L 13/00	3 1 3 5 K 0 4 6
審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 16 頁) 最終頁に続く			

(21)出願番号 特願2000-318035(P2000-318035)

(22)出願日 平成12年10月18日(2000.10.18)

(71)出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72)発明者 橋詰 雅樹

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(72)発明者 服部 孝

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(74)代理人 100102439

弁理士 宮田 金雄 (外1名)

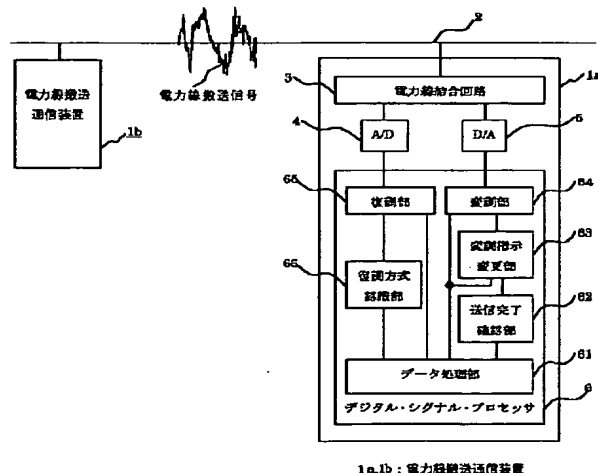
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 電力線搬送通信装置および電力線搬送通信方法

(57)【要約】

【課題】 伝送路の擾乱に強く、伝送路の状態に応じた、信頼性の高い効率のよい通信を実現する、電力線に重畳させるデータを周波数軸上の複数キャリアに割り当てて変調し、送信する電力線搬送通信装置および電力線搬送通信方法を提供する。

【解決手段】 通常は伝送速度の速いDQPSKで変調してデータを送信し、一定時間確認フレームを受信しない場合、送信が完了しなかったことを認識し、変調方式をノイズ耐性の強いDBPSKに変更して再送は常にDBPSKで変調して送信する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 電力線に重畳させるデータを周波数軸上の複数キャリアに割り当てて変調し、送信する電力線搬送通信装置において、

電力線の伝送路状態を検出する伝送路状態検出手段と、前記伝送路状態検出手段による検出結果に基づいて、複数の変調方式のうち送信するデータの変調方式を決定する変調方式決定手段と、

前記変調方式決定手段により決定した変調方式で上記複数のキャリアに割り当てられたデータを変調する変調手段とを備えたことを特徴とする電力線搬送通信装置。

【請求項 2】 前記伝送路状態検出手段は、送信したデータが通信先通信装置において正しく受信されたか否かを示す当該通信先通信装置からの確認データを認識して伝送路の状態を検出することを特徴とする請求項 1 記載の電力線搬送通信装置。

【請求項 3】 前記伝送路状態検出手段は、再送回数カウンタを備え、かつ再送カウンタ値の第一の閾値と第二の閾値とを備え、

前記変調手段は、高速伝送に適した変調方式と、耐ノイズに適した変調方式とを切り替えて変調し、

前記変調方式決定手段は、前記再送回数カウンタ値が第一の閾値以下の場合、高速伝送に適した変調方式に決定し、前記再送回数カウンタ値が第一の閾値以上第二の閾値以下の場合、耐ノイズに適した変調方式に決定することを特徴とする請求項 2 記載の電力線搬送通信装置。

【請求項 4】 前記変調手段は、1 または複数の高速伝送に適した変調方式と、1 または複数の耐ノイズに適した変調方式とを切り替えて変調するとともに、

前記変調方式決定手段は、前記伝送路状態検出手段が正しく受信されたと認識した場合、より高速伝送に適した変調方式に決定し、前記伝送路状態検出手段が正しく受信されなかったと認識した場合、より耐ノイズに適した変調方式に決定することを特徴とする請求項 2 記載の電力線搬送通信装置。

【請求項 5】 電力線に重畳させるデータを周波数軸上の複数キャリアに割り当てて変調し、送信する電力線搬送通信方法において、

電力線の伝送路状態を検出し、前記検出結果に基づいて、複数の変調方式のうち送信するデータの変調方式を決定し、

前記決定した変調方式で送信するデータを変調することを特徴とする電力線搬送通信方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、電力線に重畳させるデータを周波数軸上の複数キャリアに割り当てて変調し、送信する電力線搬送通信装置および電力線搬送通信方法に関するものであり、伝送の誤り状況に応じて最適な通信方式を選択し、信頼性の高い、効率のよい通信

を実現する電力線搬送通信装置および電力線搬送通信方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 通信における伝送路の状態は、使用環境等により様々に変化する。例えば、ビル内、家庭内、および配電線、送電線等の電力線のノイズ環境、減衰は、電力線に接続された機器によって様々に変化する。特に、ビルや家庭では、機器の電源の ON/OFF が頻繁に行われ、これによって生じるノイズや減衰量は時々刻々変化する。

【0003】 また、近年蛍光灯をはじめとする家電機器は、インバータ制御されるものが多くなり、このインバータ制御によって生じるノイズが、電力線搬送に用いる通信信号のレベルよりも大きなレベルになることがある。このため、電力線を利用した通信は、ノイズ・減衰に強い通信方式が必要となる。

【0004】 これを実現する通信方法として、例えば、特開平 11-191747 号公報に開示された従来技術がある。

【0005】 この従来技術は、ホッピングパターンを構成する周波数毎にリトライ回数をカウントすること等を行い、通信状態の悪い周波数を予備の周波数に一斉に変更するものである。この手段を電力線搬送通信装置に用いると、同時に出力するキャリアのうち、いずれかのキャリアの通信性能が劣化した場合に、そのキャリアのみ予備のキャリアに変更することにより、通信を行うことができる。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、上記従来技術では、通信性能の劣化したキャリアを予備のキャリアに変更しても、予備のキャリア周波数帯に同程度のノイズが存在したり、さらに大きなノイズが存在していた場合、通信品質の改善は見込めない。また、通信に用いられる全周波数帯域でノイズが大きい場合、あるいは減衰が大きい場合には、全てのキャリアの S/N 比が劣化するため、上記従来技術 1 では、通信品質の向上が難しいという問題点があった。

【0007】 本発明は、上記のような問題点を解決するためになされたもので、電力線におけるノイズや減衰が大きい場合でも通信可能とし、伝送路の擾乱に強く、伝送路の状態に応じた、信頼性の高い効率のよい通信を実現する、電力線に重畳させるデータを周波数軸上の複数キャリアに割り当てて変調し、送信する電力線搬送通信装置および電力線搬送通信方法を提供することを目的とする。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】 本発明に係る電力線搬送通信装置は、電力線に重畳させるデータを周波数軸上の複数キャリアに割り当てて変調し、送信する電力線搬送通信装置において、電力線の伝送路状態を検出する伝送

路状態検出手段と、前記伝送路状態検出手段による検出結果に基づいて、複数の変調方式のうち送信するデータの変調方式を決定する変調方式決定手段と、前記変調方式決定手段により決定した変調方式で上記複数のキャリアに割り当てられたデータを変調する変調手段とを備えるものである。

【0009】また、前記伝送路状態検出手段は、送信したデータが通信先通信装置において正しく受信されたか否かを示す当該通信先通信装置からの確認データを認識して伝送路の状態を検出するものである。

【0010】また、前記伝送路状態検出手段は、再送回数カウンタを備え、かつ再送カウンタ値の第一の閾値と第二の閾値とを備え、前記変調手段は、高速伝送に適した変調方式と、耐ノイズに適した変調方式とを切り替えて変調し、前記変調方式決定手段は、前記再送回数カウンタ値が第一の閾値以下の場合、高速伝送に適した変調方式に決定し、前記再送回数カウンタ値が第一の閾値以上第二の閾値以下の場合、耐ノイズに適した変調方式に決定するものである。

【0011】また、前記変調手段は、1または複数の高速伝送に適した変調方式と、1または複数の耐ノイズに適した変調方式とを切り替えて変調するとともに、前記変調方式決定手段は、前記伝送路状態検出手段が正しく受信されたと認識した場合、より高速伝送に適した変調方式に決定し、前記伝送路状態検出手段が正しく受信されなかったと認識した場合、より耐ノイズに適した変調方式に決定するものである。

【0012】本発明に係る電力線搬送通信方法は、電力線に重畳させるデータを周波数軸上の複数キャリアに割り当てて変調し、送信する電力線搬送通信方法において、電力線の伝送路状態を検出し、前記検出結果に基づいて、複数の変調方式のうち送信するデータの変調方式を決定し、前記決定した変調方式で送信するデータを変調するものである。

【0013】

【発明の実施の形態】実施の形態1.

【0014】図1は、本発明に係る通信装置の実施の形態1における機能構成図である。図1において、1a、1bは電力線搬送通信装置、2は電力線搬送通信装置1と図示しない他の電力線搬送通信装置とを接続する電力線、3は電力線搬送通信装置1内の電力線7との結合部分である電力線結合回路、4は受信したアナログ信号をデジタル信号に変換するアナログ・デジタル・コンバータ（以下A/Dと呼ぶ）、5は送信するデジタル信号をアナログ信号に変換するデジタル・アナログ・コンバータ（以下D/Aと呼ぶ）、6はデータの変復調処理等を行うデジタル・シグナル・プロセッサである。

【0015】また、デジタル・シグナル・プロセッサ6は、復調されたデータや送信するデータを処理するデータ処理部61と、送信が完了したか否かを確認する送信

完了確認部62と、送信完了確認部62による確認結果に基づいて変調方式を指示する変調方式指示部63と、送信するデータを変調する変調部64と、受信したデータを復調する復調部65と、復調部65で用いる復調方式を認識する復調方式認識部66とからなる。なお、電力線2には電力線搬送通信装置1aを有する端末が複数台接続されるものであり、図1は、そのうちの1台の端末の電力線搬送通信装置1aの機能構成図を図示したものである。

10 【0016】また、送信完了確認部62が伝送路状態検出手段に対応し、変調方式指示部63が変調方式決定手段に対応し、変調部64が変調手段に対応する。

【0017】図2は、変調部64、復調部65で用いる変復調方式を示す説明図である。図2では、DBPSK (Differential Binary Phase Shift Keying: 差動2値位相シフトキーイング)、DQPSK (Differential Quarry Phase Shift Keying: 差動4値位相シフトキーイング)、D8PSK (Differential 8 Phase Shift Keying: 差動8値位相シフトキーイング)を示している。

【0018】DBPSKは、バイナリコードで「0」または「1」のどちらかを1単位時間に送信可能な変復調方式である。

【0019】また、DQPSKは、バイナリコードで「00」、「01」、「10」、「11」のいずれか2ビット分を1単位時間に送信可能な変復調方式である。つまり、DQPSKは、DBPSKの2倍の伝送速度を実現可能である。

30 【0020】また、D8PSKは、バイナリコードで「000」、「001」、「010」、「011」、「100」、「101」、「110」、「111」のいずれか3ビット分を1単位時間に送信可能な変復調方式である。つまり、D8PSKは、DBPSKの4倍の伝送速度を実現可能である。

【0021】一方、DQPSKは伝送速度が速い分だけ、DBPSKに比べノイズに弱く、信頼性が低くなってしまう。同様に、D8PSKはDQPSKよりも伝送速度が速い分だけ、DQPSKに比べノイズに弱く、信頼性が低い。すなわち、伝送速度は、D8PSK>DQPSK>DBPSKの順で速く、ノイズ耐性は、DBPSK>DQPSK>D8PSKの順で強い。

【0022】次に、図1におけるデータ処理部61において処理するデータのフレーム構造について説明する。図3は、データ処理部61において処理するデータのフレーム構造を示す説明図である。本実施の形態1では、ヘッダ部101の変復調方式はDQPSK固定とし、ペイロード部102の変復調方式は伝送路の状態に応じてDQPSKとDBPSKとを切り替えて使用する場合に

について説明する。つまり、ペイロード部102については、ノイズ等が少ない場合には伝送速度の速いDQPSKを用い、ノイズ等が多い場合にはノイズ耐性の強いDBPSKを用いることにより、信頼性の高い効率のよい通信を実現する。一方、ヘッダ部101については受信側で復調できるように変調方式は固定とし、送信側でヘッダ部101内にペイロード部102にどのような変調方式を用いているか情報を含め(図示せず)、受信側ではその情報に基づいてペイロード部102を復調する。なお、ヘッダ部101は、ノイズ等が多い場合でもエラーとならないようエラー訂正処理を強化しておく。

【0023】以下に、上述のような変復調方式及びフレーム構造を用いた、本発明に係る通信装置の実施の形態1における動作について説明する。

【0024】図4は、図1に示した送信側電力線搬送通信装置1aと受信側電力線搬送通信装置1bとの間のデータのやり取りを示すシーケンス図である。図1及び図4を用いて、電力線搬送通信装置1a、1bの動作の概要について説明する。

【0025】まず、送信側電力線搬送通信装置1aは、DQPSKで変調してデータフレームを送信する(シーケンスNo. 1、SEND-1)。受信側電力線搬送通信装置1bは、正しいデータフレームを受信すると、確認フレームを、受信したデータフレームと同じDQPSKで変調して、送信側電力線搬送通信装置1aに送り返す(シーケンスNo. 2、ACK-1)。送信側電力線搬送通信装置1aは、確認フレームを受信することで、送信が完了したことを確認する。

【0026】ところが、伝送路状態等の原因により、送信したデータフレームが正しく受信側に届かないことがある(シーケンスNo. 3、SEND-2)。この場合、受信側電力線搬送通信装置1bから確認フレームは返って来ない。このため、送信側電力線搬送通信装置1aは、一定時間確認フレームが返って来ない場合、送信が完了しなかったことを認識する。

【0027】送信側電力線搬送通信装置1aは、送信が完了しなかったことを認識すると、今度はDBPSKで変調してデータフレームを再送する(シーケンスNo. 4、RESEND-2)。受信側電力線搬送通信装置1bは、正しいデータフレームを受信すると、確認フレームを、受信したデータフレームと同じDBPSKで変調して、送信側電力線搬送通信装置1aに送り返す(シーケンスNo. 5、ACK-2)。

【0028】また、送信側電力線搬送通信装置1aは、新たなデータフレームの送信を行う場合、DQPSKで変調して送信し(シーケンスNo. 6、SEND-3)、受信側電力線搬送通信装置1bは、正しく受信すると確認フレームをDQPSKで変調して送り返す(シーケンスナンバーNo. 7、ACK-3)。

【0029】図5は、図1に示した電力線搬送通信装置

1aの動作を示すフローチャートである。図1及び図5を用いて以下に送信側の詳細な動作について説明する。

【0030】アプリケーション等からデータの送信要求があると、データ処理部61は送信するデータを変調部64に渡し、変調部64はDQPSKで変調し、D/A5及び電力線結合回路3を経由してデータを受信側電力線搬送通信装置1bに送信する(ステップS101)。この際、データ処理部61は、ヘッダ部101内にペイロード部102をDQPSKで変調したことを示す情報を含めておく。

【0031】次に、送信完了確認部62は、送信が完了したか否かを確認する(ステップS102)。上述のように、送信が完了したか否かの確認は、例えば受信側電力線搬送通信装置1bからの確認フレームの受信により行う。電力線結合回路3は確認フレームを受信するとA/D4に渡し、A/D4は受信した確認フレームをアナログ信号からデジタル信号に変換し、復調部65に渡す。復調部65は確認フレームのヘッダ部101をDQPSKで復調し、復調方式認識部66に渡す。復調方式認識部66は、復調されたヘッダ部101を参照し、ペイロード部102がDQPSKで変調されていることを認識する。復調方式認識部66は、復調部65に対してペイロード部102をDQPSKで復調するよう指示し、復調部65はペイロード部65をDQPSKで復調する。復調部65は復調した確認フレームのヘッダ部101及びペイロード部102をデータ処理部61に渡す。データ処理部61は、アプリケーションに渡す等により、確認フレームを受信したことを認識し、それを送信完了確認部62に通知する。確認フレーム受信の通知を受けた送信完了確認部62は、送信が完了したことを認識し(ステップS102でYes)、処理を終了する。

【0032】一方、送信完了確認部62は、図示しないタイマー及び再送回数カウンタを内蔵し、送信を行ってから一定時間経過しても、データ処理部61より確認フレーム受信の通知を受けない場合、送信が完了しなかったと認識し(ステップS102でNo)、再送回数カウンタ値が所定回数以下であるか否かを確認する(ステップS103)。再送回数カウンタ値が所定の回数を越えている場合(ステップS103でNo)、送信完了確認部62は、データ処理部61に対してエラーとして処理し(ステップS104)、処理を終了する。

【0033】そして、再送回数カウンタ値が所定の回数以下である場合(ステップS103でYes)、送信完了確認部62は、再送回数カウンタのカウント値を+1し(ステップS105)、変調方式指示部63に送信が完了しなかったことを通知する。この通知を受けた変調方式指示部63は、変調方式をDBPSKに変更するよう変調部64に指示する。この指示を受けた変調部64は、再送すべきデータをDBPSKで変調し、D/A5

及び電力線結合回路 3 を経由して受信側電力線搬送通信装置 1 b に再送する (ステップ S 106)。

【0034】次に、受信側の電力線搬送通信装置 1 b の詳細な動作について説明する。図 6 は、図 1 に示した電力線搬送通信装置 1 b の動作を示すフローチャートであり、図 1 及び図 6 を用いて受信側の詳細な動作を説明する。

【0035】電力線結合回路 3 は電力線搬送通信装置 1 a からのデータフレームを受信すると A/D 4 に渡し、A/D 4 は受信したデータフレームをアナログ信号からデジタル信号に変換し、復調部 65 に渡す。復調部 65 はデータフレームのヘッダ部 101 を DQPSK で復調し、復調方式認識部 66 に渡す (ステップ S 201)。復調方式認識部 66 は、復調されたヘッダ部 101 を参照し、ペイロード部 102 が DQPSK、DBPSK のどちらで変調されているかを認識する (ステップ S 202)。

【0036】ペイロード部 102 が DQPSK で変調されている場合 (ステップ S 203 で Yes)、復調方式認識部 66 は、復調部 65 に対してペイロード部 102 を DQPSK で復調するよう指示し、復調部 65 はペイロード部 102 を DQPSK で復調する (ステップ S 204)。復調部 65 は復調した確認フレームのヘッダ部 101 及びペイロード部 102 をデータ処理部 61 に渡す。データ処理部 61 は、アプリケーションに渡す等により、データフレームを受信したことを認識し、確認フレームを変調部 64 に渡し、変調部 64 は DQPSK で変調し、D/A 5 及び電力線結合回路 3 を経由して確認フレームを送信側電力線搬送通信装置 1 a に送信する (ステップ S 205)。

【0037】一方、ペイロード部 102 が DBPSK で変調されている場合 (ステップ S 203 で No)、復調方式認識部 66 は、復調部 65 に対してペイロード部 102 を DBPSK で復調するよう指示し、復調部 65 はペイロード部 102 を DBPSK で復調する (ステップ S 206)。復調部 65 は復調した確認フレームのヘッダ部 101 及びペイロード部 102 をデータ処理部 61 に渡す。データ処理部 61 は、アプリケーションに渡す等により、再送フレームを受信したことを認識し、変調方式指示部 63 に変調方式を DBPSK に変更するよう指示するとともに、確認フレームを変調部 64 に渡す。変調方式変更の指示を受けた変調部 64 は、確認フレームを DBPSK で変調し、D/A 5 及び電力線結合回路 3 を経由して送信側電力線搬送通信装置 1 a に送信する (ステップ S 207)。

【0038】以上説明したように、通常は伝送速度の速い DQPSK で変調してデータを送信し、一定時間確認フレームを受信しない場合、送信が完了しなかったことを認識し、変調方式をノイズ耐性の強い DBPSK に変更して再送は常に DBPSK で変調して送信することに

より、伝送路の状態に応じて伝送速度とノイズ耐性の異なる変復調方式を切り替えて送信を行うため、伝送路の擾乱に強く、伝送路の状態に応じた信頼性の高い、効率のよい通信を実現することができる。

【0039】なお、本実施の形態 1 では、変復調方式として DQPSK 及び DBPSK を用いた場合について説明したが、伝送速度の速い変復調方式とノイズ耐性の強い変復調方式とを切り替えて用いればこれに限られず、D8PSK 及び DQPSK、D8PSK 及び DBPSK、あるいは QAM (Quadrature Amplitude Modulation) 等、他の変復調方式を用いても同様の効果を得ることができる。また、ヘッダ部 101 の変復調方式は一定であれば DQPSK に限られず、D8PSK 等他の変復調方式を用いても同様の効果を得ることができる。

【0040】また、本実施の形態 1 では、送信側電力線搬送通信装置 1 a で確認フレームを一定時間内に受信するか否かで伝送路の状態を検出しているが、伝送路状態が検出できればこれに限られず、伝送路状態検出器を本通信装置と別に備え、この伝送路状態検出器の検出結果に基づいて変調方式を変更するようにしても同様の効果を得ることができる。また、受信側電力線搬送通信装置 1 b がエラーの発生したデータフレームを受信した場合、エラーフレームを送信し、送信側電力線搬送通信装置 1 a がこのエラーフレームを受信してエラーを認識することにより、伝送路の状態を検出するようにしても同様の効果を得ることができる。

【0041】また、本実施の形態 1 では、ヘッダ部 101 の変復調方式は DQPSK 固定とした場合について説明したが、変復調方式が固定であればこれに限られず、DBPSK 固定、D8PSK 固定等としても同様の効果を得ることができる。

【0042】また、本実施の形態 1 では、伝送路の状態によって変復調方式を切り替える場合のみを説明したが、本発明と従来技術とを組み合わせ、例えば、従来技術の予備のキャリアに変更しても通信性能が改善されない場合に、本発明の変復調方式の切り替えを行ったり、従来技術の予備のキャリアに変更すると同時に、本発明の変復調方式の切り替えも行う等により、複数のキャリアを更に信頼性の高い効率のよい通信を実現することができる。

【0043】実施の形態 2。上記実施の形態 1 では、送信が完了しなかったことを認識したらすぐ変復調方式を DBPSK に変更して再送する場合について説明したが、本実施の形態 2 では、再送回数に 2 つの閾値を設け、再送回数が第一の閾値以下なら DQPSK で再送し、第一の閾値以上第二の閾値以下なら DBPSK で再送し、第二の閾値以上ならエラーとして処理する場合について説明する。

【0044】図 7 は、図 1 に示した電力線搬送通信装置

1 a の本実施の形態 2 における動作を示すフローチャートである。図 7 において図 5 と同様のステップ番号がついている部分は実施の形態 1 と同様のため、詳細な説明は省略する。

【0045】アプリケーション等からデータの送信要求があると、送信するデータを DQPSK で変調し、受信側電力線搬送通信装置 1 b に送信し（ステップ S 101）、送信完了確認部 6 2 が、送信が完了したか否かを確認する（ステップ S 102）。送信が完了しなかったと認識した場合（ステップ S 102 で No）、送信完了確認部 6 2 は、再送回数カウンタ値が第一の閾値以下であるか否かを確認する（ステップ S 301）。再送回数が第一の閾値以下である場合（ステップ S 301 で Yes）、送信完了確認部 6 2 は、データ処理部 6 1 に再送するよう指示するとともに、再送回数カウンタのカウンタ値を +1 する（ステップ S 302）。データ処理部 6 1 は再送すべきデータを変調部 6 4 に渡し、変調部 6 4 は、再送すべきデータを DQPSK で変調し、D/A 5 及び電力線結合回路 3 を経由して受信側電力線搬送通信装置 1 b に再送する（ステップ S 303）。

【0046】再送回数が第一の閾値を越えている場合（ステップ S 301 で No）、送信完了確認部 6 2 は、再送回数が第二の閾値以下であるか否かを確認する（ステップ S 304）。再送回数が第二の閾値を越えている場合（ステップ S 304 で No）、送信完了確認部 6 2 は、データ処理部 6 1 に対してエラーとして処理し（ステップ S 104）、処理を終了する。

【0047】再送回数が第二の閾値以下である場合（ステップ S 304 で Yes）、送信完了確認部 6 2 は、再送回数カウンタのカウンタ値を +1 し（ステップ S 105）、変調方式指示部 6 3 は、変調方式を DBPSK に変更するよう変調部 6 4 に指示し、変調部 6 4 は、再送すべきデータを DBPSK で変調し、D/A 5 及び電力線結合回路 3 を経由して受信側電力線搬送通信装置 1 b に再送する（ステップ S 106）。

【0048】以上説明したように、再送回数に 2 つの閾値を設け、再送回数が第一の閾値以下なら伝送速度の速い DQPSK で再送し、第一の閾値以上第二の閾値以下ならノイズ耐性の強い DBPSK で再送し、第二の閾値以上ならエラーとして処理することにより、変復調方式の切り替えをより細かく行うことができ、システムに対応した、より信頼性が高く効率のよい通信を実現することができる。

【0049】実施の形態 3。上記実施の形態 1 では、送信が完了したか否かによって、DQPSK と DBPSK という 2 つの変復調方式を切り替えて送信する場合について説明したが、本実施の形態 3 では、3 つ以上の変復調方式を切り替えて送信する場合について説明する。

【0050】図 8 は、本発明に係る通信装置の実施の形態 3 における機能構成図である。図 8 において、6 7 は

現在の変調方式を記憶しておく変調方式記憶部、6 8 は変調方式記憶部 6 7 に記憶する変調方式を変更する変調方式変更部である。その他、図 1 と同様の番号を付した構成については実施の形態 1 と同様のため、説明を省略する。

【0051】なお、変調方式指示部 6 3、変調方式記憶部 6 7、変調方式変更部 6 8 が変調方式決定手段に対応する。

【0052】図 9 は、図 8 に示した電力線搬送通信 1 a の動作を示すフローチャートである。図 8 及び図 9 を用いて以下に送信側の動作について説明する。受信側の動作については実施の形態 1 と同様であるため、説明を省略する。

【0053】アプリケーション等からデータの送信要求があると、データ処理部 6 1 は送信するデータを変調部 6 4 に渡すとともに、変調方式指示部 6 3 に指示を出し、変調方式指示部 6 3 は変調方式記憶部 6 7 に記憶された変調方式を確認する（ステップ S 401）。変調方式指示部 6 3 はこの確認した変調方式で変調するよう変調部 6 4 に指示する。変調部 6 4 は送信するデータを変調方式指示部 6 3 により指示された変調方式で変調し、D/A 5 及び電力線結合回路 3 を経由してデータを受信側電力線搬送通信装置 1 b に送信する（ステップ S 402）。この際、データ処理部 6 1 は、ヘッダ部 101 内にペイロード部 102 を変調した変調方式を示す情報を含めておく。

【0054】次に、送信完了確認部 6 2 は、送信が完了したか否かを確認する（ステップ S 403）。確認の動作は上記実施の形態 1 と同様のため、説明は省略する。送信完了確認部 6 2 が送信完了したことを認識した場合（ステップ S 403 で Yes）、変調方式変更部 6 8 は変調方式記憶部 6 7 を参照し、より伝送速度の速い変調方式はあるか否かを確認する（ステップ S 404）。より伝送速度の速い変調方式がなければ（ステップ S 404 で No）、そのまま処理を終了し、より伝送速度の速い変調方式があれば（ステップ S 404 で Yes）、変調方式変更部 6 8 は、変調方式記憶部 6 7 に記憶する変調方式をより伝送速度の速い変調方式に変更し（ステップ S 405）、処理を終了する。

【0055】送信完了確認部 6 2 が送信完了しなかったと認識した場合（ステップ S 403 で No）、再送回数カウンタ値が所定回数以下であるか否かを確認する（ステップ S 406）。再送回数カウンタ値が所定回数を越えている場合（ステップ S 406 で No）、送信完了確認部 6 2 は、データ処理部 6 1 に対してエラーとして処理し（ステップ S 407）、処理を終了する。

【0056】そして、再送回数カウンタ値が所定の回数以下である場合（ステップ S 406 で Yes）、送信完了確認部 6 2 は、再送回数カウンタのカウンタ値を +1 し（ステップ S 408）、変調方式変更部 6 8 は、変調



方式記憶部 67 を参照し、よりノイズ耐性の強い変調方式はあるか否かを確認する（ステップ S409）。よりノイズ耐性の強い変調方式がなければ（ステップ S409 で No）、変調方式指示部 63 は変調方式記憶部 67 に記憶された変調方式を確認し（ステップ S411）、変調方式指示部 63 はこの確認した変調方式で変調するよう変調部 64 に指示し、変調部 64 は再送するデータを変調方式指示部 63 により指示された変調方式で変調し、D/A5 及び電力線結合回路 3 を経由してデータを受信側電力線搬送通信装置 1b に再送する（ステップ S412）。

【0057】よりノイズ耐性の強い変調方式がある場合（ステップ S409 で Yes）、変調方式変更部 68 は、変調方式記憶部 67 に記憶する変調方式をよりノイズ耐性の強い変調方式に変更し（ステップ S410）、変調方式指示部 63 は変調方式記憶部 67 に記憶された変調方式を確認し（ステップ S411）、変調方式指示部 63 はこの確認した変調方式で変調するよう変調部 64 に指示し、変調部 64 は再送するデータを変調方式指示部 63 により指示された変調方式で変調し、D/A5 及び電力線結合回路 3 を経由してデータを受信側電力線搬送通信装置 1b に再送する（ステップ S412）。

【0058】例えば、電力線搬送通信装置 1a では D8PSK、DQPSK、DBPSK を切り替えて送信し、最初は変調方式記憶部 67 に D8PSK が記憶されているものとし、再送回数の所定値は 2 であるとする。アプリケーション等からデータの送信要求があり送信を行う場合、変調方式記憶部 67 に記憶された変調方式は D8PSK であるため、変調方式指示部 63 は D8PSK で変調するよう変調部 64 に指示する。変調部 64 は送信するデータを D8PSK で変調し、D/A5 及び電力線結合回路 3 を経由してデータを受信側電力線搬送通信装置 1b に送信する。

【0059】次に、送信完了確認部 62 が送信完了したことを認識した場合、変調方式変更部 68 は変調方式記憶部 67 を参照し、より伝送速度の速い変調方式はあるか否かを確認するが、D8PSK より伝送速度の速い変調方式がないため、そのまま処理を終了する。

【0060】一方、送信完了確認部 62 が送信完了しなかったと認識した場合、再送回数カウンタ値が所定回数の 2 以下であるか否かを確認するが、再送回数カウンタ値が 0 であるため、送信完了確認部 62 は、再送回数カウンタのカウンタ値を +1 した 1 とする。そして、変調方式変更部 68 は、変調方式記憶部 67 を参照し、よりノイズ耐性の強い変調方式があるか否かを確認し、よりノイズ耐性の強い DQPSK があるため、変調方式変更部 68 は、変調方式記憶部 67 に記憶する変調方式を DQPSK に変更し、変調部 64 は再送するデータを DQPSK で変調し、D/A5 及び電力線結合回路 3 を経由してデータを受信側電力線搬送通信装置 1b に再送す

る。

【0061】DQPSK で変調した再送が完了したことを認識した場合、変調方式変更部 68 がより伝送速度の速い変調方式があるか否かを確認し、確認した結果 D8PSK があるため、変調方式変更部 68 は変調方式記憶部 67 に記憶する変調方式を D8PSK に変更し、処理を終了する。

【0062】DQPSK で変調した再送が完了しなかったと認識した場合、再送回数カウンタ値が所定回数の 2 以下であるか否かを確認するが、再送回数カウンタ値が 1 であるため、送信完了確認部 62 は、再送回数カウンタのカウンタ値を +1 した 2 とする。そして、変調方式変更部 68 は、変調方式記憶部 67 を参照し、よりノイズ耐性の強い変調方式があるか否かを確認し、よりノイズ耐性の強い DBPSK があるため、変調方式変更部 68 は、変調方式記憶部 67 に記憶する変調方式を DBPSK に変更し、変調部 64 は再送するデータを DBPSK で変調し、D/A5 及び電力線結合回路 3 を経由してデータを受信側電力線搬送通信装置 1b に再送する。

【0063】また、更に DBPSK で変調した再送が完了しなかったと認識した場合、再送回数カウンタ値が所定回数の 2 以下であるか否かを確認するが、再送回数カウンタ値が 2 であるため、送信完了確認部 62 は、再送回数カウンタのカウンタ値を +1 した 3 とする。そして、変調方式変更部 68 は、変調方式記憶部 67 を参照し、よりノイズ耐性の強い変調方式があるか否かを確認するが、よりノイズ耐性の強い変調方式がないため、変調方式記憶部 67 に記憶する変調方式は DBPSK のままとし、変調部 64 は再送するデータを DBPSK で変調し、D/A5 及び電力線結合回路 3 を経由してデータを受信側電力線搬送通信装置 1b に再送する。

【0064】また、更に DBPSK で変調した再送が完了しなかったと認識した場合、再送回数カウンタ値が所定回数の 2 以下であるか否かを確認すると、再送回数カウンタ値が 3 であるため、送信完了確認部 62 は、データ処理部 61 に対してエラーとして処理して終了する。

【0065】以上説明したように、送信が完了して、より伝送速度の速い変調方式があれば、より伝送速度の速い変調方式に変更して次の送信を行い、送信が完了せず、よりノイズ耐性の強い変調方式があれば、よりノイズ耐性の強い変調方式に変更して再送を行うことにより、変復調方式の切り替えをより細かく行うことができ、システムに対応した、より信頼性が高く効率のよい通信を実現することができる。

【0066】なお、本実施の形態 3 では、上記実施の形態 1 と同様に、送信が完了しなかったことを認識したらすぐ変復調方式を変更して再送する場合について説明したが、上記実施の形態 2 と同様に、再送回数に 2 つの閾値を設け、再送回数が第一の閾値以下なら変調方式を変更せずに再送し、第一の閾値以上第二の閾値以下なら変

調方式を変更して再送し、第二の閾値以上ならエラーとして処理することにより、更に変復調方式の切り替えをより細かく行うことができ、システムに対応した、より信頼性が高く効率のよい通信を実現することができる。

#### 【0067】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係る電力線搬送通信装置は、電力線に重畳させるデータを周波数軸上の複数キャリアに割り当てて変調し、送信する電力線搬送通信装置において、電力線の伝送路状態を検出する伝送路状態検出手段と、前記伝送路状態検出手段による検出結果に基づいて、複数の変調方式のうち送信するデータの変調方式を決定する変調方式決定手段と、前記変調方式決定手段により決定した変調方式で上記複数のキャリアに割り当てられたデータを変調する変調手段とを備えることにより、伝送路の状態に応じて異なる変復調方式を切り替えて送信を行うため、伝送路の状態に応じた信頼性の高い、効率のよい通信を実現することができる。

【0068】また、前記伝送路状態検出手段は、送信したデータが通信先通信装置において正しく受信されたか否かを示す当該通信先通信装置からの確認データを認識して伝送路の状態を検出することにより、簡単な構成で伝送路の状態を検出でき、伝送路の状態に応じた信頼性の高い、効率のよい通信を実現することができる。

【0069】また、前記伝送路状態検出手段は、再送回数カウンタを備え、かつ再送カウンタ値の第一の閾値と第二の閾値とを備え、前記変調手段は、高速伝送に適した変調方式と、耐ノイズに適した変調方式とを切り替えて変調し、前記変調方式決定手段は、前記再送回数カウンタ値が第一の閾値以下の場合、高速伝送に適した変調方式に決定し、前記再送回数カウンタ値が第一の閾値以上第二の閾値以下の場合、耐ノイズに適した変調方式に決定することにより、変復調方式の切り替えをより細かく行うことができ、システムに対応した、より信頼性が高く効率のよい通信を実現することができる。

【0070】また、前記変調手段は、1または複数の高速伝送に適した変調方式と、1または複数の耐ノイズに適した変調方式とを切り替えて変調するとともに、前記変調方式決定手段は、前記伝送路状態検出手段が正しく受信されたと認識した場合、より高速伝送に適した変調方式に決定し、前記伝送路状態検出手段が正しく受信さ\*

\*れなかったと認識した場合、より耐ノイズに適した変調方式に決定することにより、更に変復調方式の切り替えをより細かく行うことができ、システムに対応した、より信頼性が高く効率のよい通信を実現することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係る通信装置の実施の形態1における機能構成図

【図2】 変調部64、復調部65で用いる変復調方式を示す説明図

【図3】 データ処理部61において処理するデータのフレーム構造を示す説明図

【図4】 電力線搬送通信装置間のデータのやり取りを示すシーケンス図

【図5】 本発明に係る通信装置の実施の形態1における送信側の動作を示すフローチャート

【図6】 本発明に係る通信装置の実施の形態1における受信側の動作を示すフローチャート

【図7】 本発明に係る通信装置の実施の形態2における送信側の動作を示すフローチャート

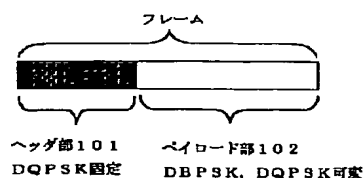
【図8】 本発明に係る通信装置の実施の形態3における機能構成図

【図9】 本発明に係る通信装置の実施の形態3における送信側の動作を示すフローチャート

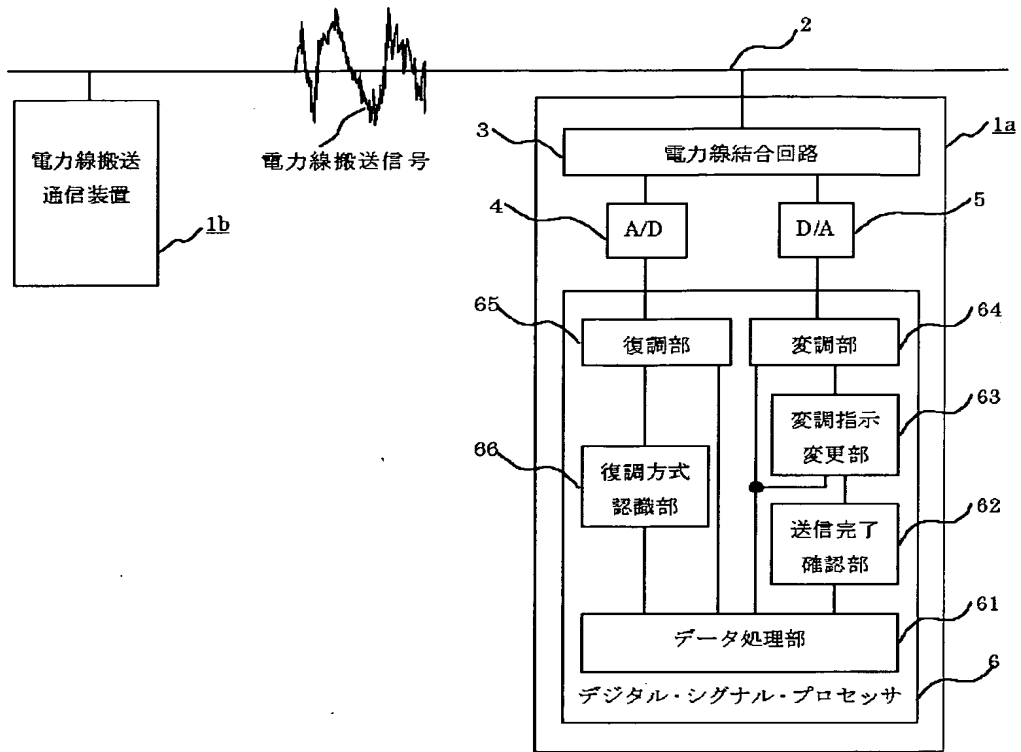
#### 【符号の説明】

- 1 a, 1 b 電力線搬送通信装置
- 2 電力線
- 3 電力線結合回路
- 4 A/D
- 5 D/A
- 6 デジタル・シグナル・プロセッサ
- 61 データ処理部
- 62 送信完了確認部
- 63 変調方式指示部
- 64 変調部
- 65 復調部
- 66 復調方式認識部
- 67 変調方式記憶部
- 68 変調方式変更部
- 101 ヘッダ部
- 102 ペイロード部

【図3】

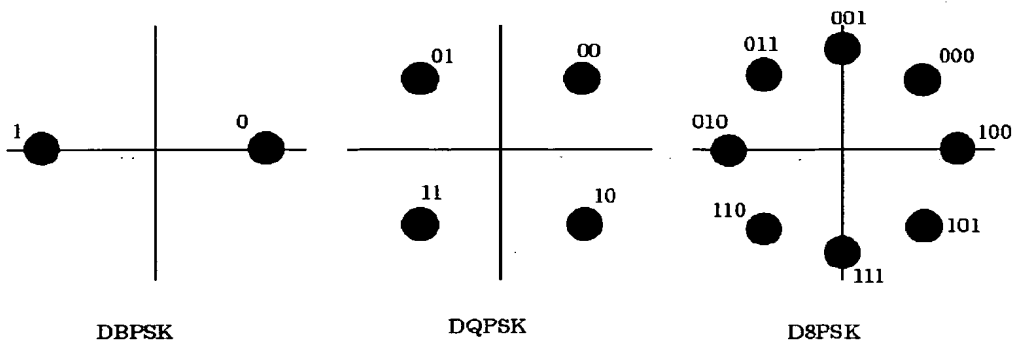


【図1】

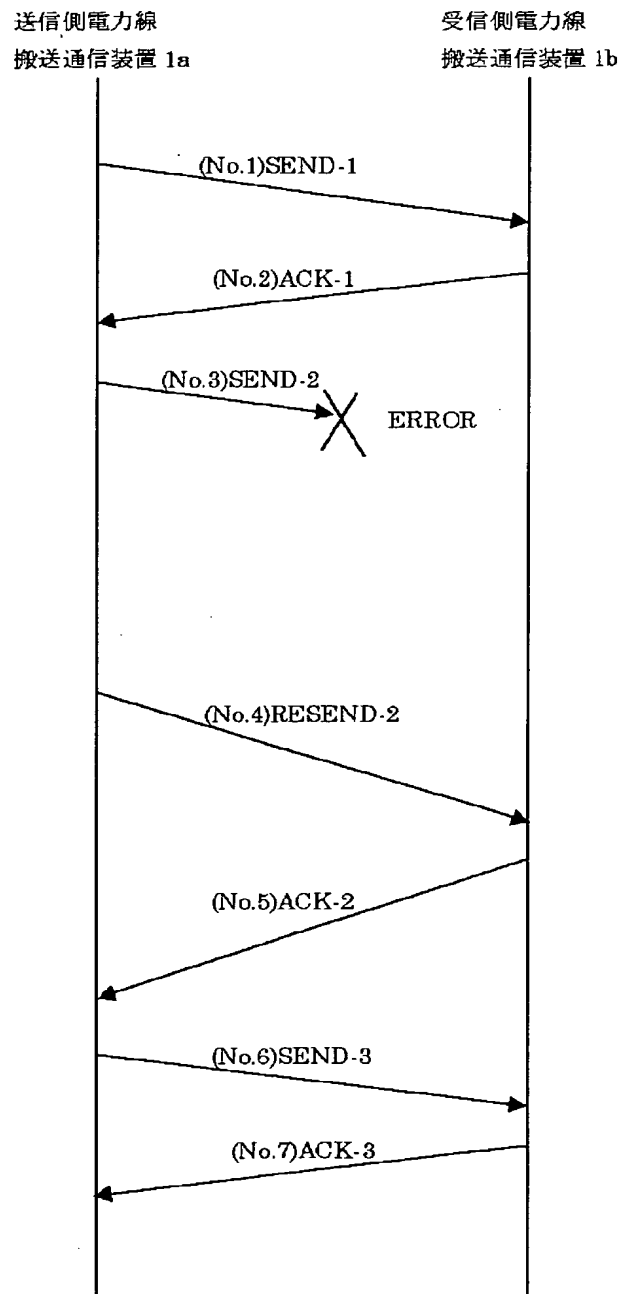


1a, 1b : 電力線搬送通信装置

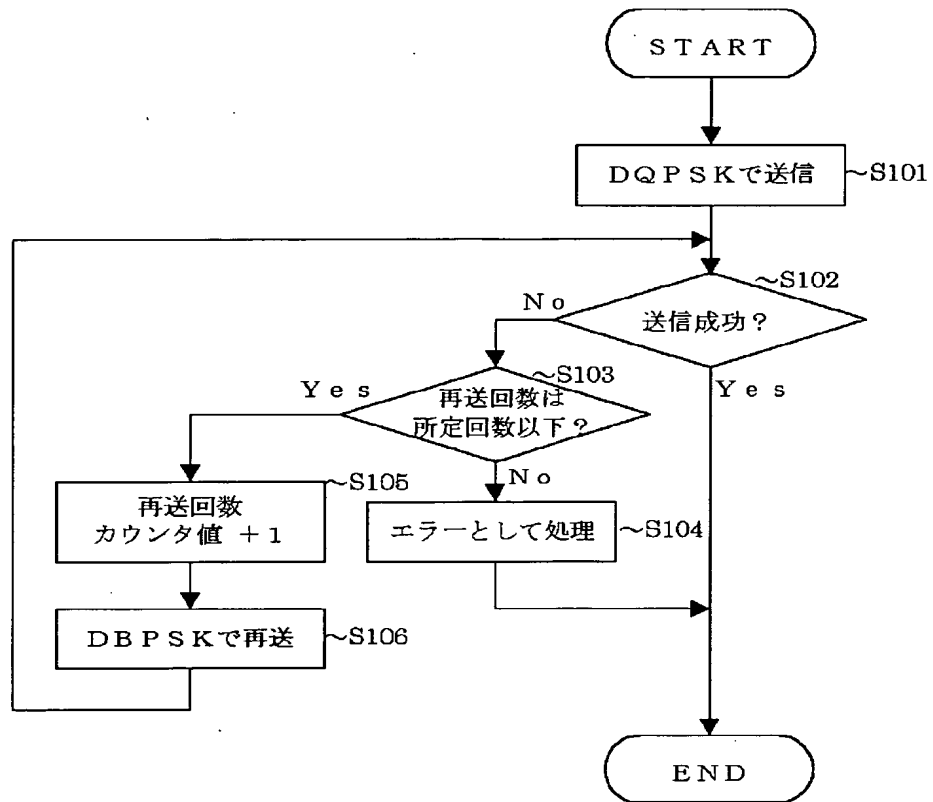
【図2】



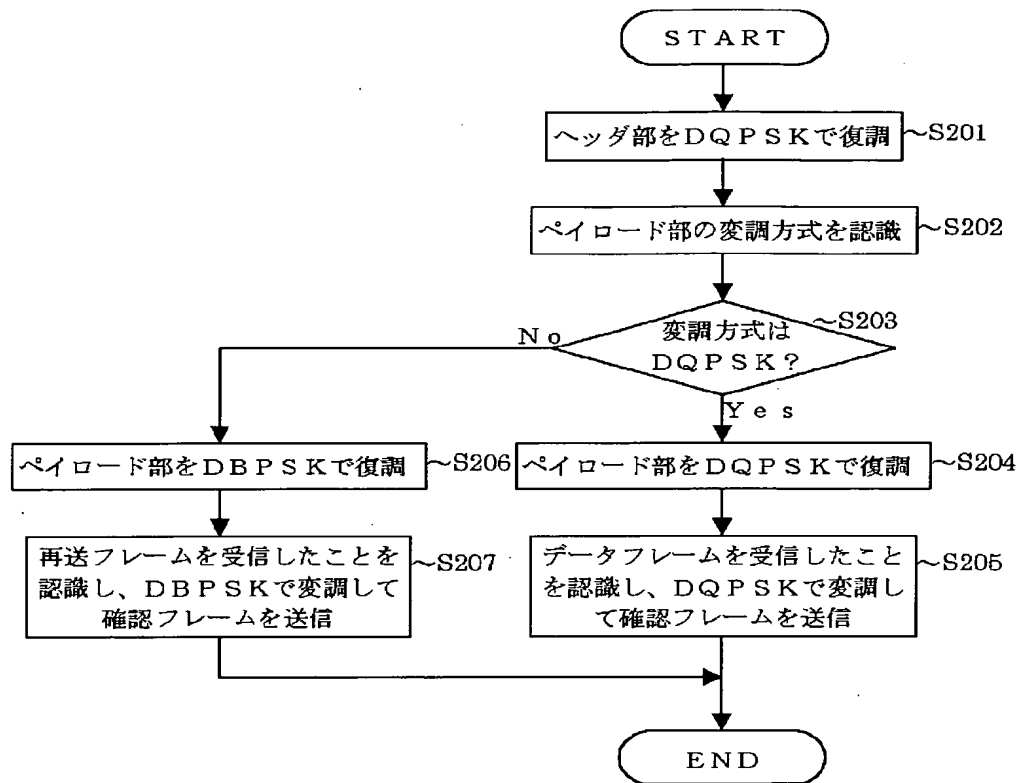
【図 4】



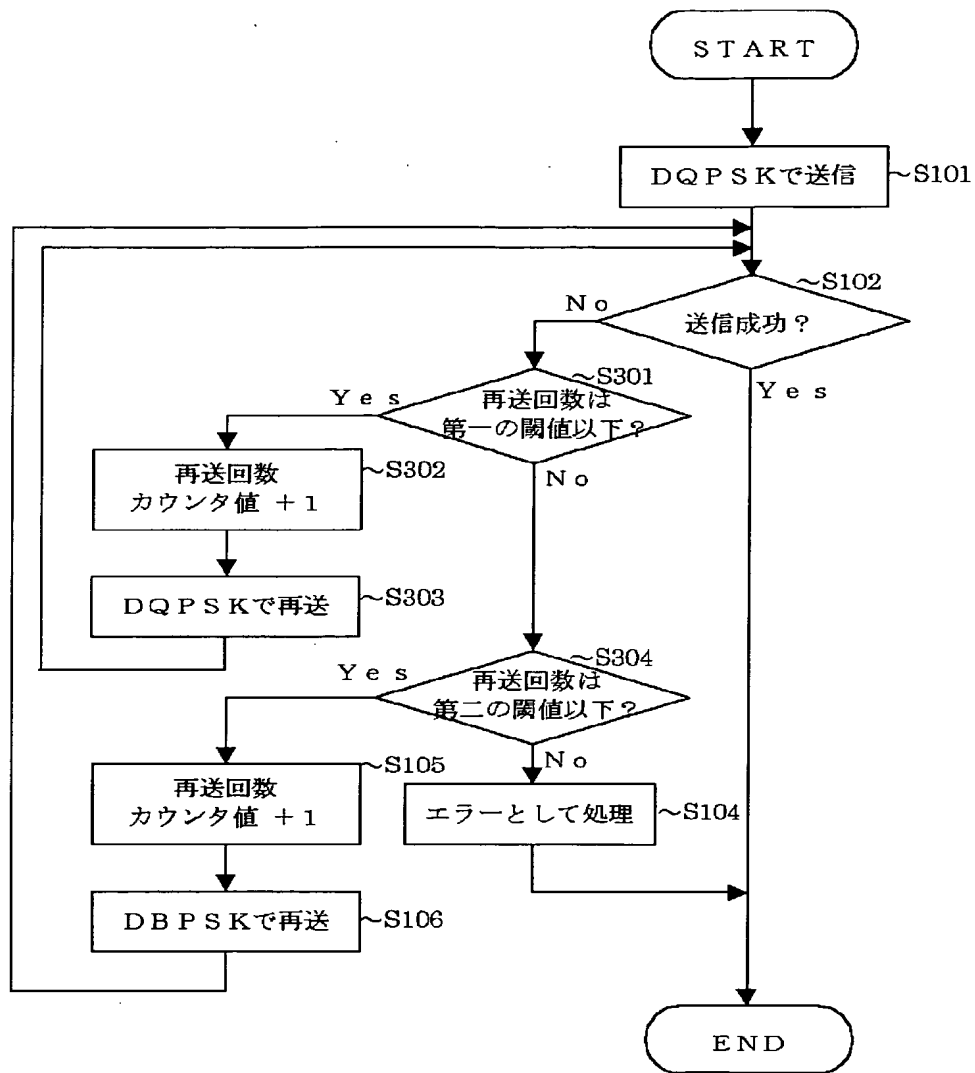
【図5】



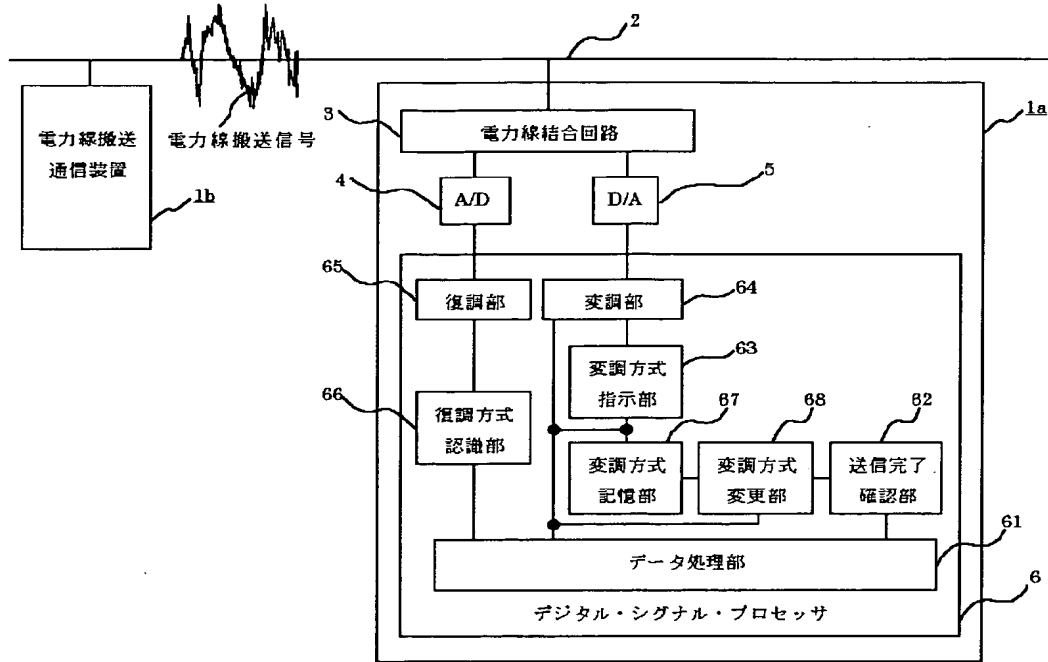
【図6】



【図 7】



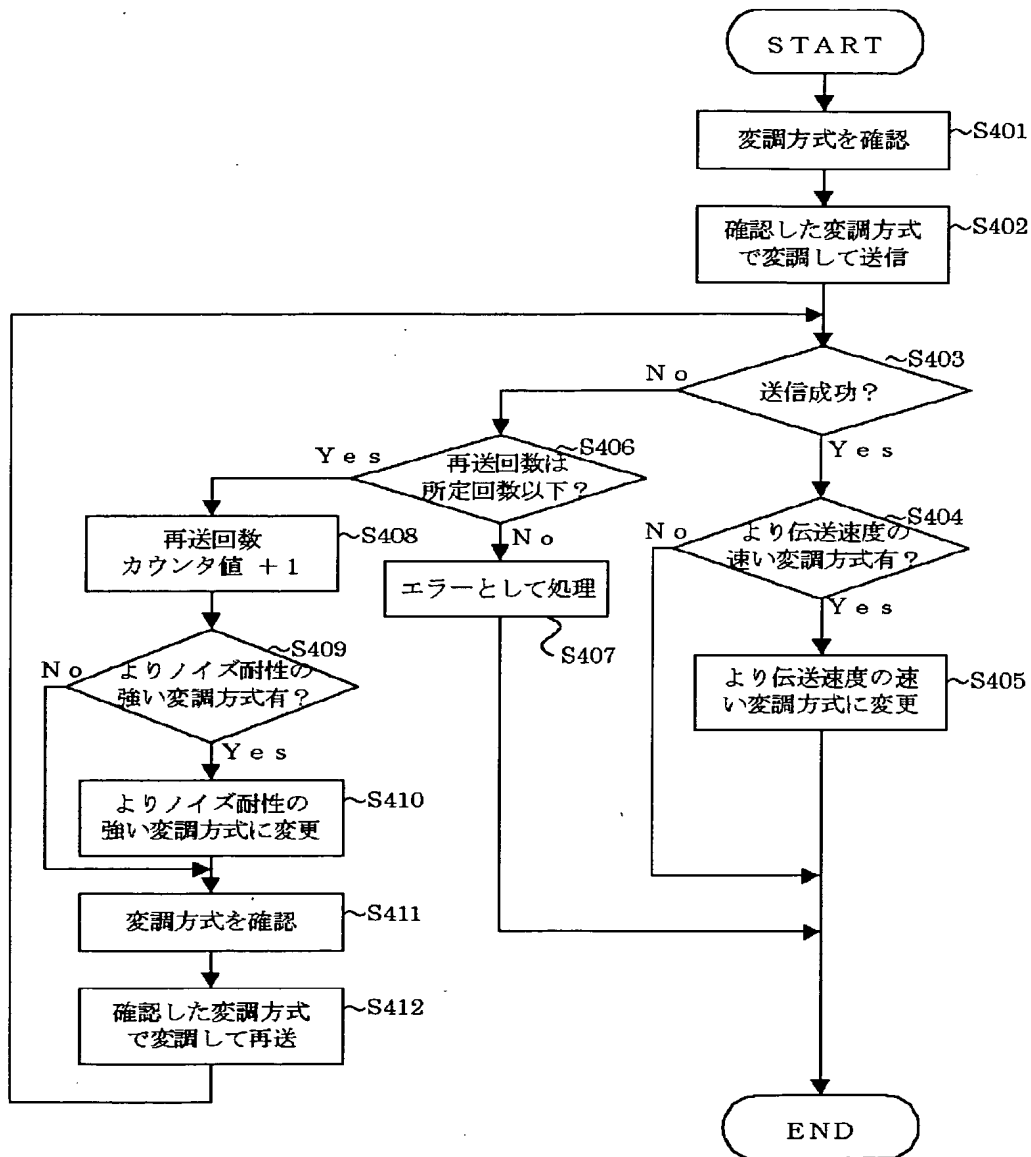
【図8】



1a, 1b: 電力線搬送通信装置



【図 9】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>  
 H04L 27/18  
 H04M 9/00

識別記号

FI  
 H04L 27/00

テーマコード (参考)  
 F  
 G

(72) 発明者 伊藤 善朗  
 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
 菱電機株式会社内

(72) 発明者 小泉 吉秋  
 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
 菱電機株式会社内

F ターム(参考) 5K004 AA05 FA03 FA05 FA06 FD02  
5K022 AA04 AA11 AA21  
5K035 AA05 BB01 CC08 DD01 FF01  
5K038 AA08 CC00 DD09 EE03 EE08  
5K046 AA03 BA00 BB05 PS03